

Requested Patent: DE19708279A1

Title: DISTRACTION SYSTEM FOR TUBULAR BONE, WITH MARKER NAIL ;

Abstracted Patent: DE19708279 ;

Publication Date: 1998-09-10 ;

Inventor(s):

BAUMGART RAINER DIPL ING DR ME (DE); BETZ AUGUSTIN PROF DR MED (DE)  
;

Applicant(s): BAUMGART RAINER (DE); BETZ AUGUSTIN PROF DR MED (DE) ;

Application Number: DE19971008279 19970228 ;

Priority Number(s): DE19971008279 19970228 ;

IPC Classification: A61B17/68; A61B17/58 ;

Equivalents: US5976138 ;

**ABSTRACT:**

A marker nail (10) has a wall (11) defining a hollow interior (12), with a distal (13) and a proximal insertion (14) end enclosed by a guide sleeve. The marker nail has an inner part (20) movable inside the hollow interior and into which extends a coaxial internally threaded hole (21) into which fits an externally threaded (33) bar (30). The bar is connected to a rotary drive (18) on a thrust piece (17) in the hollow interior. Distal fixture bolts pass through spaced apart fixture holes in the wall. A proximal fixture bolt fits through the fixture hole (22) and flush with the elongated hole. At least one lug (41) protruding from the wall of the marker nail fits through at least one elongated hole in the guide sleeve.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 08 279 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A 61 B 17/68**  
A 61 B 17/58

21 Aktenzeichen: 197 08 279.3  
22 Anmeldetag: 28. 2. 97  
43 Offenlegungstag: 10. 9. 98

DE 197 08 279 A 1

71 Anmelder:  
Baumgart, Rainer, Dipl.-Ing. Dr. med., 81479  
München, DE; Betz, Augustin, Prof Dr.med., 82319  
Starnberg, DE  
74 Vertreter:  
Dr. A. v. Föner, Dipl.-Ing. D. Ebbinghaus, Dr. Ing. D.  
Finck, Dipl.-Ing. C. Hano, Patentanwälte, 81541  
München

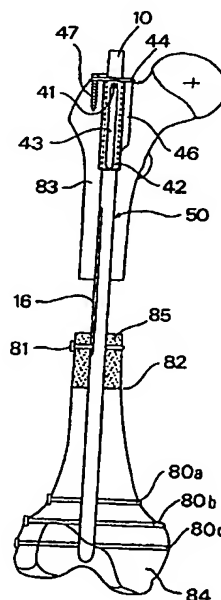
72 Erfinder:  
gleich Anmelder  
56 Entgegenhaltungen:  
DE 1 95 27 822 C1  
DE 39 21 972 C2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Distractionssystem für Röhrenknochen

57 Das Distractionssystem für Röhrenknochen besteht aus einer Führungshülse (42) und einem Marknagel (10). Es soll zusätzlich zur Verlängerung auch eine Segmentverschiebung sowie eine Segmentverschiebung in Kombination mit einer Verlängerung ohne erneute Operation ermöglichen unter Gewährleistung eines ausreichenden Drucks an den Knochenkontaktflächen der Dockingstelle. Der Marknagel (10) ist dabei an seiner Außenwand mit einer Nase (41) versehen, die in ein Langloch (43) in der Führungshülse (42) eingreift, wodurch der Marknagel (10) über die im Röhrenknochen fixierte Führungshülse (42) rotatorisch gesichert, jedoch axial verschieblich ist.



DE 197 08 279 A 1

Die Erfindung betrifft ein Distraktionssystem für Röhrenknochen mit einem Marknagel, der eine einen Hohlraum begrenzende Wand mit einem distalen Ende und einem proximalen Eintreibende aufweist, und mit einer das proximale Eintreibende des Marknagels im Schiebesitz umschließenden Führungshülse, wobei der Marknagel einen in dem Hohlraum längsverschiebbar angeordneten Innenteil, in das sich ausgehend von seiner dem proximalen Eintreibende zugewandten Stirnseite eine koaxiale Bohrung mit Innengewinde erstreckt, ein im Hohlraum im Abstand vom Eintreibende vorgesehenes Widerlager, eine Stange, die ein Außengewinde hat, das in Schraubeingriff mit dem Innengewinde der Bohrung des Innenteils steht, und die mit einem innerhalb des Hohlraums angeordneten, am Widerlager aufliegenden Drehantrieb gekoppelt ist, im Bereich des distalen Endes durch die Wand quer hindurchgehende, im Abstand angeordnete Fixierungslöcher für die Durchführung von distalen Fixierungsbolzen, ein distal vom Widerlager angeordnetes, quer durch die den Hohlraum begrenzende Wand gegebenenfalls auf gegenüberliegenden Seiten jeweils hindurchgehendes, zur Längserstreckung des Marknagels paralleles Langloch und wenigstens ein quer durch das Innenteil hindurchgehendes, fluchtend zu dem Langloch in der den Hohlraum begrenzenden Wand ausgerichtetes Fixierungsloch für die Durchführung eines proximalen Fixierungsbolzens aufweist.

Der bei dieser Anordnung eingesetzte Marknagel ist aus der EP 0 432 252 A1 und der DE 39 21 972 C2 bekannt. Mit diesem Marknagel sind Knochenverlängerungen und Segmentverschiebungen nach der Kallusdistraktionsmethode möglich. Durch Einsatz von integrierten Antrieben ist der gesamte Marknagel implantierbar und kann ohne materielle Verbindung nach außen arbeiten, was das Infektrisiko erheblich senkt. In der Regel sind in der Wand des Marknagels zwei gegenüberliegende Langlöcher bzw. die Fixierungslöcher jeweils paarweise gegenüberliegend vorgesehen. Bei Verwendung von Marknägeln mit in ihrer Längsrichtung offener Wand kann jedoch auch ein Fixierungs-langloch bzw. jeweils ein Fixierungsloch in der Wand genügen, weil die Wand auf der gegenüberliegenden Seite offen ist. Mit dem Marknagel in der vorstehend beschriebenen Ausgestaltung lassen sich Verlängerungen am Femur von bis zu 10 cm auch in Kombination mit Achsenkorrekturen erfolgreich durchführen.

Indikationen zu Segmentverschiebungen bestehen bei großen Knochendefekten ab etwa 2 bis 3 cm, wie sie z. B. unmittelbar als primärer Knochenverlust nach Gewalteinwirkung, aber auch sekundär infolge Infektion oder Nekrose entstehen können. Ferner hinterlassen die bei bösartigen Knochentumoren erforderlichen Operationen große Knochendefekte.

Setzt man den bekannten Marknagel zur Segmentverschiebung ein, muß eine zusätzliche Verriegelung des proximalen Hauptfragments vorgesehen werden, damit sich das Bein nicht verdreht oder verkürzt. Häufig liegt auch die Situation vor, daß bereits eine Verkürzung eingetreten ist, so daß der Defekt mit der Segmentverschiebung zwar überbrückt werden kann, aber zusätzlich zur Segmentverschiebung anschließend auch noch eine Verlängerung der Extremität erforderlich ist.

Um bei einer Segmentverschiebung das proximale Knochensegment separat gegen axiale Verschiebung zu sichern, sind in dem Marknagel nach der DE 39 21 972 C2 im Bereich seines proximalen Endes U-förmige Einschnitte ausgebildet, deren Schenkel parallel zur Achse verlaufen und deren Bodenverbindungsabschnitte dem Eintreibende zuge-

wandt sind. Durch die U-förmigen Einschnitte werden Lamellen gebildet. In dem proximalen Ende des Marknagels ist ein hülsenförmiges Keilelement mit Außenkeilen geführt, das durch Drehen einer im Einsatz am Eintreibende in Gewindecingriff gehaltenen Schraube axial verschoben wird und durch seine Außenkeile die Lamellen in eine Verteilungslage nach außen spreizt, wodurch ein Formschluß mit dem proximalen Röhrenknochen und somit dessen Lagesicherung erreicht wird.

Diese Ausgestaltung dient der axialen und rotatorischen Stabilisierung des proximalen Knochenhauptfragments, wie es für die Segmentverschiebung erforderlich ist. Eine Segmentverschiebung in Kombination mit einer Verlängerung ist mit dieser Ausgestaltung jedoch nicht möglich. Außerdem ist das spätere Entfernen des Marknagels aufgrund der Aufspreizung der Lamellen nicht möglich.

Es hat sich ferner gezeigt, daß das Zusammenwachsen zwischen dem Verschiebesegment und dem Hauptfragment an der Kontaktstelle, die auch als Dockingstelle bezeichnet wird, am Ende der Segmentverschiebung problematisch ist. Die relativ reaktionsarmen Stirnflächen haben allenfalls unter Kompression die Tendenz zu überbrücken, so daß meist zusätzliche Druckosteosynthesen oder gar eine operative Anfrischung und die Anlagerung von Spongiosa, meist aus dem Beckenkamm, erforderlich werden.

Aus der Literaturstelle Baumgart R., Betz A., Kettler M., Zeiler C., Schweiberer L.: Perspektiven der Kallusdistraktion, Unfallchirurg 99, 84-91, 1996, die den gattungsgemäßen Stand der Technik wiedergibt, ist bereits die Anordnung einer Führungshülse im Schiebesitz um das proximale Eintreibende des Marknagels herum bekannt. Der Zweck der Anordnung der Führungshülse besteht in erster Linie in einem erheblichen Stabilisierungseffekt, wenn der Marknagel am Ende der Behandlung weit in den Knochen gewandert ist, da in dieser Position sonst an seinem proximalen Ende hohe Spannungsspitzen zu erwarten wären. Mit der Führungshülse wird das Trochantermassiv in die proximale Kraftaufnahme mit einbezogen, womit die Gefahr einer Auslockerung des Marknagels oder einer proximalen Fraktur des Femurs reduziert wird.

Die Führungshülse trägt außerdem wesentlich zur Vereinfachung der Marknagelentfernung bei, da bei weit in den Markraum eingedrungenen Marknägeln am Ende der Distraktion bei großen Verlängerungsstrecken das Auffinden des Marknagelendes und das Ansetzen der Extraktionsinstrumente Schwierigkeiten bereiten kann.

Die Führungshülse selbst findet im Trochantermassiv lateralen Halt durch eine überstehende Lasche mit einer Öffnung, durch die als Befestigungsmittel am Röhrenknochen beispielsweise eine Schraube hindurchgeführt werden kann, so daß die Position der Führungshülse sowohl axial als auch rotatorisch gesichert ist. Die axiale Sicherung gegen Verschiebung ist in jedem Fall erforderlich, da sowohl ein Gleiten nach distal in den Markraum, vor allem aber auch proximal aus dem Markraum heraus nachteilig ist bzw. zu einem Funktionsverlust führt.

Die Verwendung eines derartigen Distraktionssystems ist auf Verlängerungen des Röhrenknochens beschränkt, Segmentverschiebungen und Kombinationen aus Segmentverschiebungen und Verlängerungen lassen sich nicht durchführen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht deshalb darin, das Distraktionssystem der gattungsgemäßen Art so auszugestalten, daß zusätzlich zur Verlängerung auch eine Segmentverschiebung sowie eine Segmentverschiebung in Kombination mit einer Verlängerung ohne erneute Operation möglich sind, wobei ein ausreichender Druck der Knochenkontaktflächen an der Dockingstelle ohne extra

Operation erzeugt werden soll.

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem Distractionssystem der eingangs genannten Art durch wenigstens eine aus der Wand des Marknagels vorstehende Nase und durch mindestens ein in der Führungshülse ausgebildetes zu ihrer Achse paralleles Langloch gelöst, mit dem die Nase in Führungseingriff steht, ohne über die Außenwand der Führungshülse vorzustehen.

Die Stabilität der Führungshülse gegen Verdrehen läßt sich dadurch weiter verbessern, daß an ihrer Außenseite mindestens eine zu ihrer Achse parallele schneidenförmig ausgebildete Längsrippe vorgesehen wird, die sich vorteilhafterweise von ihrem proximalen Ende aus nach distal erstreckt.

Die Führungshülse verhindert, daß bei Segmentverschiebungen eine Verkürzung eintritt und bewirkt, daß das proximale Hauptfragment rotationsstabil mit dem distalen Hauptfragment und damit mit dem Unterschenkel verbunden ist. Beide Aufgaben werden von der einen Nase oder besser von zwei am Umfang gegenüberliegenden Nasen in Eingriff mit einem jeweils zugeordneten Langloch übernommen. Die Rotationsstabilität ist allein dadurch gegeben, daß das distale Hauptfragment durch die distalen Verriegelungsbolzen drehfest mit dem Marknagel verbunden ist, der Marknagel durch den oder die Nasen drehfest über das Langloch mit der Führungshülse verbunden ist und die Führungshülse durch die lateral überstehende Lasche und die Schraube in der Öffnung drehfest mit dem proximalen Hauptfragment in Verbindung steht. Die Position der Nasen ist zu Beginn der Distaktionsbehandlung am Ende der Operation die proximale Langlochbegrenzung, womit eine Verkürzung der Extremität durch den Muskelzug verhindert wird.

Eine zusätzliche Rotationsstabilität liefert die an der medialen Zirkumferenz angeordnete klingenförmige Längsrippe, die in die verdichtete Spongiosa in der Nähe des massiven Kalkar eingetrieben wird.

Die Führungshülse bewirkt ferner eine Kompression der Stirnflächen an der Dockingstelle ohne erneute Operation allein durch den weiter wirkenden Antrieb während der Verlängerungsphase und dadurch einen Anreiz zur spontanen Durchbauung. Eine weitere Osteosynthese zur Kompression der Kontaktstellen oder eine Spongiosaplastik, also eine Knochenanlagerung meist aus dem Beckenkamm, läßt sich so vermeiden.

Wenn der Knochendefekt nur eine Segmentverschiebung erfordert, kommt der Führungshülse lediglich die Aufgabe der Rotationsstabilisierung zu. Die Nase oder die Nasen bleiben an dem proximalen Langloche positioniert und sichern die Länge der Extremität während der gesamten Behandlung. Der Marknagel steht gewöhnlich proximal etwa 2 cm über oder schließt bündig mit der Oberkante des Trochanters ab. Distal erfolgt die Verriegelung im Hauptfragment, wie es auch bei der Verlängerung üblich ist. Etwa 3 cm distal der proximalen Stirnfläche des distalen Hauptfragments erfolgt eine gewebeschonende Kortikotomie. Die Verriegelung des mobilisierten Knochensegments mit einem Fixierungsbolzen erfolgt am distalen Ende des Langlochs im Marknagel. Am Ende der Segmentverschiebung, bei Erreichen der Dockingstelle, wird das Verschiebesegment mit seiner proximalen Stirnfläche an die distale Stirnfläche des proximalen Hauptfragments gepreßt. Bei ausreichendem Anpreßdruck wird der Antrieb gestoppt, das Knochenregenerat verfestigt sich, und die Dockingstelle wird überbrückt.

Für einen teilweisen Verschluß des wenigstens einen Langlochs in der Führungshülse kann in dieses in seinem distalen Bereich ein Wandelement formschlüssig eingesetzt werden. Das Wandelement bildet eine Fortsetzung der Innen- bzw. Außenwand der Führungshülse und wird mit

Hilfe einer geringfügigen Hinterschneidung gehalten. Durch den Einsatz solcher in der Länge entsprechend bemessener Wandelemente läßt sich, wenn das Verschiebeelement die Dockingstelle erreicht hat, eine eventuell unerwünschte Verlängerung vermeiden, die durch den für den Anpreßdruck erforderlichen Zug des Antriebs bewirkt werden könnte, indem die proximale Stirnseite des Wandelements als Anschlag für die Nase des Marknagels wirkt. Bei dieser Ausgestaltung werden die Führungshülsen jeweils mit Langlöchern gleicher maximaler Länge hergestellt. Die Anpassung an die gewünschte Wirkungslänge des Langlochs entsprechend der geforderten Verlängerungsstrecke erfolgt dann durch Einsetzen des in der Länge entsprechend bemessenen Wandelements in das Langloch der Führungshülse.

Liegt ein Knochendefekt verbunden mit einer Verkürzung der Extremität vor, so erfolgen die Einbringung des Marknagels und die Segmentverschiebung in gleicher Weise wie bei einem alleinigen Knochendefekt. Bei Erreichen der Dockingstelle wird der Antrieb jedoch nicht angehalten sondern zieht unverändert weiter, so daß nun ohne erneute Operation automatisch der Verlängerungsvorgang beginnt. Wenn der Längenausgleich erreicht ist, wird der Antrieb gestoppt und das Knochenregenerat verfestigt sich.

Für die Dimensionierung der Langlöcher im Marknagel und in der Führungshülse ist zu beachten, daß das Langloch in der Führungshülse allein für die Verlängerung erforderlich ist und diese auch begrenzt, während das Langloch im Marknagel sowohl für die Segmentverschiebung als auch für die Verlängerung dimensioniert werden muß. Für eine Segmentverschiebung von beispielsweise 3 cm und eine Verlängerung von 5 cm benötigt man ein Langloch in der Führungshülse von 5 cm, während die Länge des Langlochs im Marknagel 8 cm betragen muß, wobei zu diesen angegebenen Größen der Langlöcher jeweils der Durchmesser des Führungsbolzens addiert werden muß, der in der Regel der Breite des Langlochs entspricht.

Anhand von Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 in einer Seitenansicht einen Marknagel für das erfindungsgemäße Distractionssystem,

Fig. 2 einen Längsschnitt des Marknagels von Fig. 1,

Fig. 3 perspektivisch die Führungshülse des Distractionssystems,

Fig. 4 perspektivisch das proximale Ende des Distractionssystems bestehend aus einer Führungshülse und einem Marknagel,

Fig. 5 schematisch einen Knochen mit einer Defektstelle und einer Verkürzung,

Fig. 6 schematisch den Knochen von Fig. 5 mit dem eingesetzten Distractionssystem,

Fig. 7 in einer Ansicht wie Fig. 6 das Ende der Segmentverschiebung und

Fig. 8 in einer Ansicht wie Fig. 7 das Ende der Knochenverlängerung anschließend an die Segmentverschiebung.

Der in Fig. 1 und 2 gezeigte Marknagel 10 entspricht in seinem Aufbau der DE 39 21 972 (Fig. 1 und 2). Der Marknagel 10 hat ein distales Ende 13 und ein proximales Ende 14 sowie eine Wand 11, die im wesentlichen die Form eines Zylinders mit einer Achse 40 hat. In der Wand 11 sind im Bereich des distalen Endes drei im Abstand angeordnete, sich senkrecht zur Achse 40 erstreckende Fixierungslöcher 15 für die Durchführung von distalen Fixierungsbolzen 80a, 80b, 80c (Fig. 6) vorgesehen. Innerhalb der Wand 11 des Marknagels 10 ist ein Innenteil 20 angeordnet, das ausgehend von seiner proximalen Stirnfläche eine Bohrung 21 mit einem Innengewinde aufweist, mit dem koaxial eine Stange 30 mit einem Außengewinde 33 in Schraubengriff steht. Die Stange 30 ist an ihrem freien Ende mit einem Drehan-

trieb 18 gekoppelt, der seinerseits an einem Widerlager 17 auf der Innenseite der Wand 11 aufliegt. Senkrecht zur Achse 40 erstreckt sich durch das Innenteil 20 ein Fixierungsloch 22, zu dem fluchtend zwei gegenüberliegende achsparallele Langlöcher 16 in der Wand 11 für die Durchführung eines proximalen Fixierungsbolzens 81 ausgerichtet sind, von denen in Fig. 6 bis 8 aufgrund der Darstellung nur eines zu sehen ist.

Wenn der Knochen zwischen den Fixierungslöchern 15 und dem Fixierungsloch 22 durchtrennt wird, werden durch Drehen der Stange 30 durch den am Widerlager festgehaltenen Antrieb 18 und den Gewindeeingriff zwischen der Stange 30 und der zentralen Bohrung 21 im Innenteil 20 die Ränder der Osteotomie 82 (Fig. 6) allmählich voneinander entfernt, wobei sich der erweiternde Spalt mit neu gebildetem Knochengewebe 86 (Fig. 7) füllt.

Bei dem Distractionssystem ist der Marknagel 10 im Bereich seines proximalen Eintriebsendes 14 mit einer Nase 41 versehen. Zu dem Distractionssystem gehört, wie in Fig. 3 und 4 zu sehen ist, eine Führungshülse 42, die von ihrem proximalen Ende ausgehend ein achsparalleles Langloch 43 hat, in das die Nase 41 des Marknagels 10 eingreift. Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, sind zwei gegenüberliegende Langlöcher 43 vorgesehen. In dieser Ausgestaltung des Distractionssystems sind an dem Marknagel 10 im Bereich des proximalen Eintriebsendes 14 zwei gegenüberliegende Nasen 41 am Umfang ausgebildet. Die Führungshülse 42 hat am proximalen Ende eine seitlich beidseitig überstehende Lasche 44, in der auf einer Seite eine Öffnung 45 für das Durchführen eines nicht gezeigten Befestigungsmittels ausgebildet ist. Auf der der Öffnung 45 gegenüberliegenden Seite ist am Umfang der Führungshülse 42 eine klingenartige Längsrippe 46 ausgebildet, die sich achsparallel und radial nach außen unterhalb eines seitlichen Überstands der Lasche 44 erstreckt. Der Marknagel 10 sitzt in der Führungshülse 42 im Schiebesitz, wobei die Nasen 41 nicht über die Kontur der Außenwand der Führungshülse 42 überstehen und durch ihren Eingriff in die Langlöcher 43 eine Verdrehung zwischen Marknagel 10 und Führungshülse 42 verhindern.

Wie aus Fig. 5 zu ersehen ist, hat der gezeigte Knochen ein proximales Hauptfragment 83 und ein distales Hauptfragment 84, die durch eine Defektstelle im Abstand von  $\Delta D$  voneinander getrennt sind. Der Knochen ist ferner um die Länge  $\Delta L$  verkürzt.

Wie aus Fig. 6 zu ersehen ist, ist in den beiden Hauptfragmenten 83 und 84 eine fluchtende Aufbohrung 50 ausgebildet. Das aus einer Führungshülse 42 und einem in ihr axial verschiebbaren Marknagel 10 bestehende Distractionssystem wird in die Aufbohrung 50 im proximalen Hauptfragment 83 eingeführt. Die Führungshülse 42 ist einerseits durch eine durch die Öffnung 45 (Fig. 4) in der Lasche 44 geführte Schraube 47 und andererseits durch die klingenartige Längsrippe 46, die in das proximale Hauptfragment 83 eingetrieben wird, verdrehungssicher und axial fixiert im proximalen Hauptfragment 83 gehalten. Durch den Eingriff der Nasen 41 in die Langlöcher 43 ist der Marknagel 10 bezüglich der Führungshülse 42 verdrehungssicher, jedoch axial begrenzt verschiebbar, gehalten.

In das Langloch 43 der Führungshülse 42 kann in dessen distalen Bereich ein das Langloch 43 teilweise verschließendes Wandelement 48 formschlüssig eingesetzt werden, wobei die distale Stirnfläche des Wandelements 48 an der distalen Endfläche des Langlochs 43 anliegt. Die Außen- bzw. Innenwand entspricht im wesentlichen der Kontur der Außen- bzw. Innenwand der Führungshülse 42, wobei zur Halterung des Wandelements 48 eine geringfügige Hinterschneidung im Langloch 43 vorgesehen werden kann. Da-

durch, daß nach einem vorgegebenen Verschiebeweg die Nase 41 des Marknagels 10 an der distalen Stirnfläche des Wandelements 48 anschlägt, wird die Verschiebung des Marknagels 10 nach distal auf eine vorgegebene Länge begrenzt, die kleiner als die des Langlochs 43 ist.

Durch die Fixierungslöcher 15 (Fig. 1 und 2) werden, wie Fig. 6 zeigt, Fixierungsbolzen 80a, 80b und 80c hindurchgeführt und im distalen Hauptfragment 84 verankert. Ferner wird durch die Langlöcher 16 in der Wand 11 des Marknagels und durch das Fixierungsloch 22 im Innenteil 20 ein Fixierungsbolzen 81 hindurchgeführt und in dem Verschiebeelement 85 verankert.

Nach Ausführen der Kortikotomie oder Osteotomie 82 distal vom Führungsbolzen 81 wird der Antrieb 18 (Fig. 2) aktiviert, wodurch sich das proximal von der Kortikotomie 82 gebildete Verschiebesegment 85 in Richtung der Dockingstelle 87 am proximalen Hauptfragment 83 nach der Kallusdistractionsmethode unter Bildung eines knöchernen Regenerats 86 bewegt, wodurch die Defektstelle  $\Delta D$  beseitigt wird. Durch Weiterlaufenlassen des Antriebs 18 wird an der Dockingstelle 87 ein relativ hoher Druck ausgeübt, der das Zusammenwachsen des Verschiebesegments 85 mit dem proximalen Hauptfragment 83 fördert.

Wie aus Fig. 8 zu ersehen ist, kann ohne weitere Operation durch Weiterbewegung des Antriebs 18 (Fig. 2) eine Knochenverlängerung um die Länge  $\Delta L$  nach der Kallusdistractionsmethode ausgeführt werden, wobei der Marknagel 10 ins Innere der Führungshülse 42 wandert, deren Länge so bemessen ist, daß eine verkippungsfreie Lagestabilität gewährleistet bleibt.

Durch die Fixierung des Marknagels 10 durch die Führungsbolzen 80a, 80b und 80c im distalen Hauptfragment 84 und durch den Führungsbolzen 81 proximal von den Führungsbolzen 80a, 80b, 80c, durch die Ausbildung der Kortikotomie oder Osteotomie 82 distal vom Führungsbolzen 81 und durch die drehfeste Fixierung des Marknagels 10 durch die Führungshülse 42 und damit bezüglich des proximalen Hauptfragments 83 bleibt sowohl während der Schließung der Defektstelle als auch während der Knochendistraction die exakte Ausrichtung der Hauptfragmente 83 und 84 einschließlich Verschiebesegment 85 zueinander gewährleistet.

#### Patentansprüche

1. Distractionssystem für einen Röhrenknochen mit einem Marknagel (10), der eine einen Hohlraum (12) begrenzende Wand (11) mit einem distalen Ende (13) und einem proximalen Eintreibende (14) aufweist, und mit einer das proximale Eintreibende (14) des Marknagels (10) im Schiebesitz umschließenden Führungshülse (42), wobei der Marknagel (10)

- einen in dem Hohlraum (12) längsverschiebbar angeordneten Innenteil (20), in das sich ausgehend von seiner dem proximalen Eintreibende (14) zugewandten Stirnseite eine koaxiale Bohrung (21) mit Innengewinde erstreckt,
- ein im Hohlraum (12) im Abstand vom Eintreibende (14) vorgesehene Widerlager (17),
- eine Stange (30), die ein Außengewinde (33) hat, das in Schraubeingriff mit dem Innengewinde der Bohrung (21) des Innenteils (20) steht, und die mit einem innerhalb des Hohlraums (12) angeordneten, am Widerlager (17) aufliegenden Drehantrieb (18) gekoppelt ist,
- im Bereich des distalen Endes durch die Wand (11) quer hindurchgehende, im Abstand angeordnete Fixierungslöcher (15) für die Durchführung von distalen Fixierungsbolzen,

- ein distal vom Widerlager (17) angeordnetes, quer durch die den Hohlraum (12) begrenzende Wand (11) gegebenenfalls auf gegenüberliegenden Seiten jeweils hindurchgehendes, zur Längserstreckung des Marknagels (10) paralleles Langloch (16) und

- wenigstens ein quer durch das Innenteil (20) hindurchgehendes, fluchtend zu dem Langloch (16) in der den Hohlraum (12) begrenzenden Wand (11) ausgerichtetes Fixierungsloch (22) für die Durchführung eines proximalen Fixierungsbolzens aufweist,

**gekennzeichnet durch** wenigstens eine aus der Wand (11) des Marknagels (10) vorstehende Nase (41) und durch mindestens ein in der Führungshülse (42) ausgebildetes, zu ihrer Achse paralleles Langloch (43), mit dem die Nase (41) in Führungseingriff steht, ohne über die Außenwand der Führungshülse (42) vorzustehen.

2. Distractionssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungshülse (42) an ihrer Außenseite mindestens eine zu ihrer Achse parallele schneidenförmig ausgebildete Längsrippe (46) aufweist.

3. Distractionssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Längsrippe (46) von dem proximalen Eintreibende der Führungshülse (42) aus erstreckt.

4. Distractionssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Wandelement (48), das im distalen Bereich des wenigstens einen Langlochs (43) in der Führungshülse (42) für dessen teilweisen Verschuß formschlüssig einsetzbar ist, ohne innen und außen über die Wandkontur der Führungshülse (42) vorzustehen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

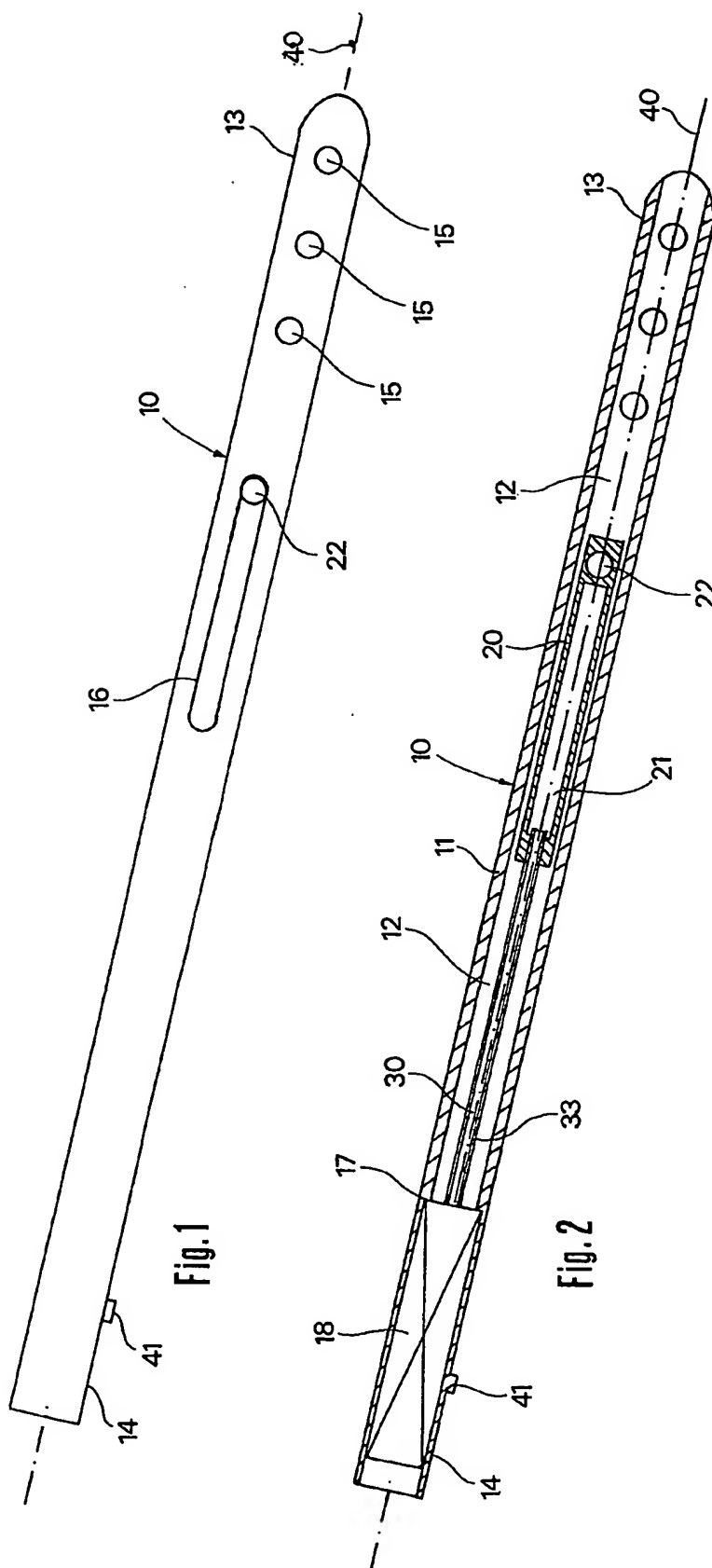
45

50

55

60

65



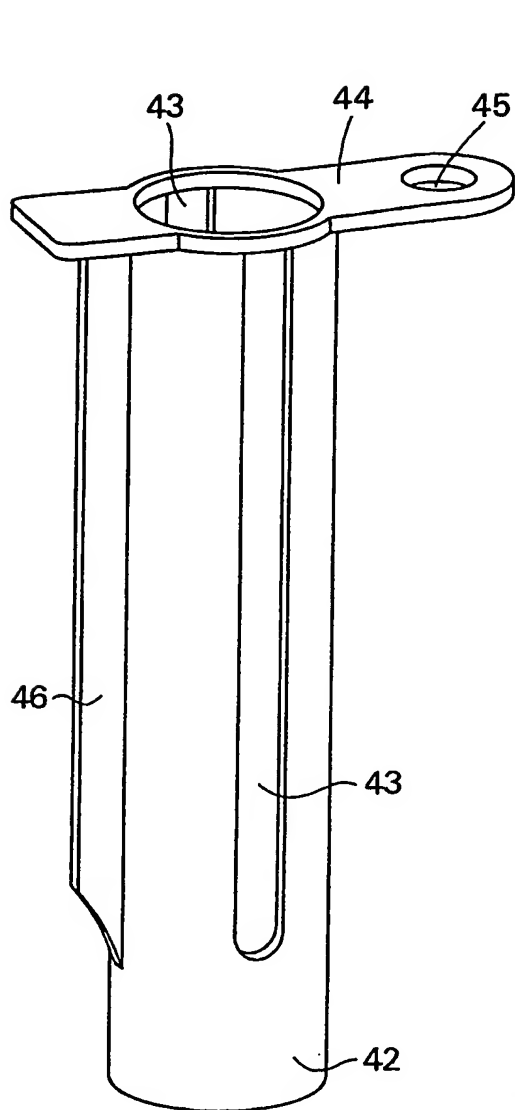


Fig. 3

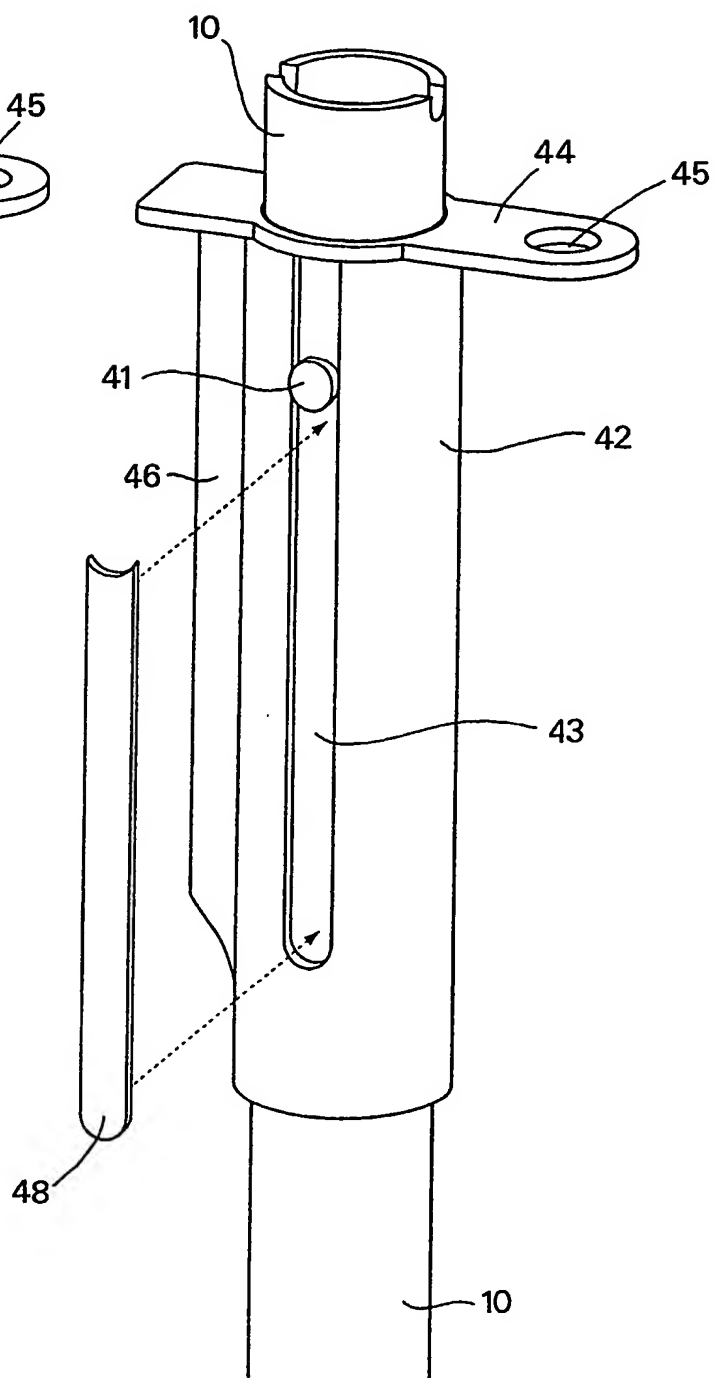


Fig. 4



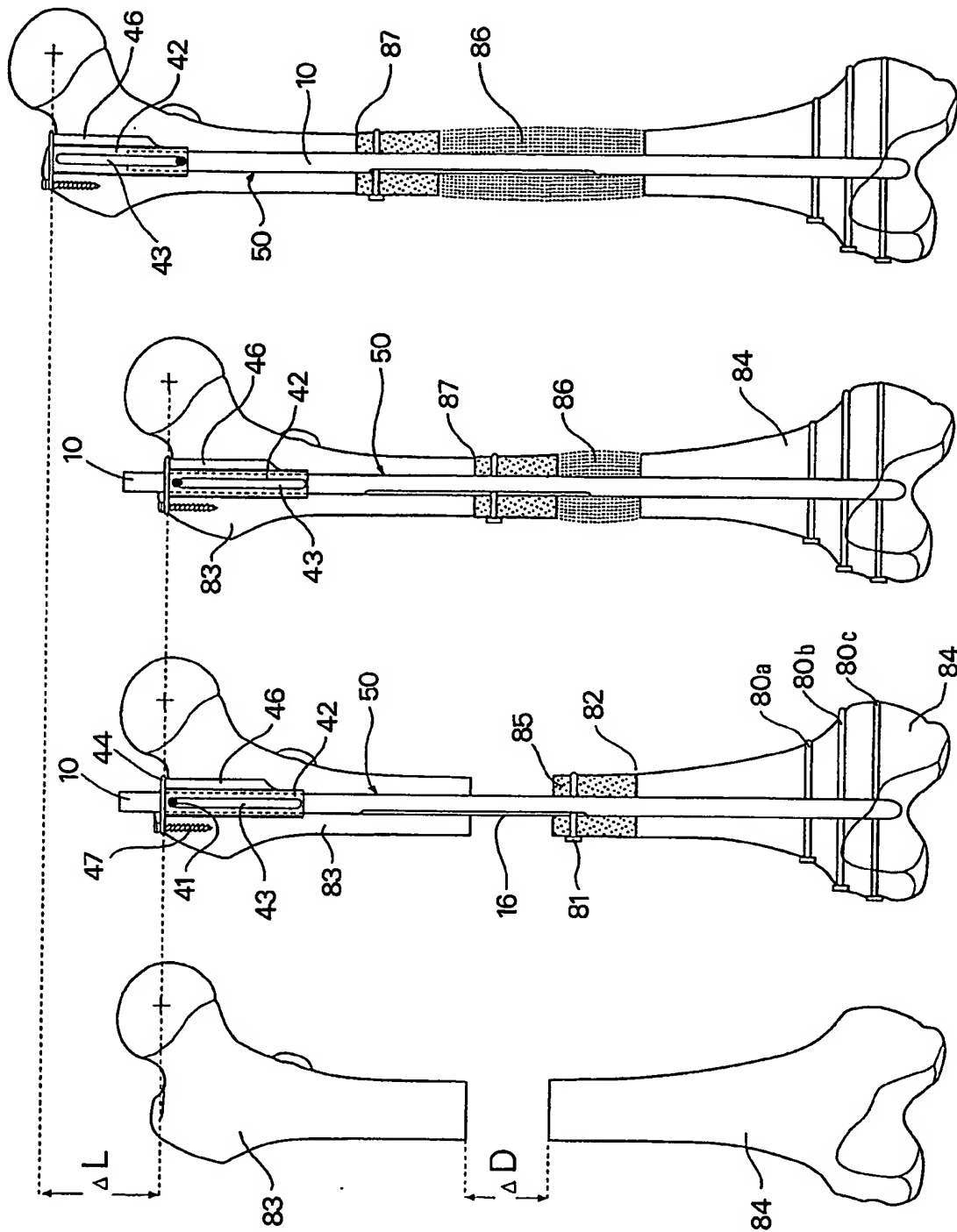


Fig. 8

Fig. 7

Fig. 6

Fig. 5